



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원번호 : 10-2002-0073103
Application Number

출원년월일 : 2002년 11월 22일
Date of Application NOV 22, 2002

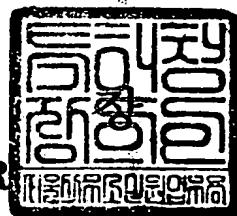
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 07 월 28 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002.11.22
【발명의 명칭】	에이디에스엘 시스템의 에코 제거기 및 그것의 트레이닝 방법
【발명의 영문명칭】	ECHO CANCELLER OF ADSL SYSTEM AND METHOD FOR TRAINING THEREOF
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	임창현
【대리인코드】	9-1998-000386-5
【포괄위임등록번호】	1999-007368-2
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김용운
【성명의 영문표기】	KIM, YONG WOON
【주민등록번호】	690730-1951031
【우편번호】	442-470
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 청명마을4단지아파트 409동 203호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 임창현 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	19 면 19,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	29 항 1,037,000 원
【합계】	1,085,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

본 발명의 에코 제거 회로는 FIFO에 의한 지연을 보정하기 위해서 에코 제거기의 입력단과 출력단에 지연기를 각각 구비한다. 지연기들의 지연 시간들은 초기화 신호인 REVERB 신호를 이용하여 트레이닝된다. 또한, 지연 시간의 튜닝을 위해서 업스트림 파일럿 톤을 사용한다. 이와 같은 장치 및 방법에 의해서 에코 제거 회로의 성능은 최적화된다.

【대표도】

도 1

【명세서】

【발명의 명칭】

에이디에스엘 시스템의 에코 제거기 및 그것의 트레이닝 방법{ECHO CANCELLER OF ADSL SYSTEM AND METHOD FOR TRAINING THEREOF}

【도면의 간단한 설명】

- 도 1은 ADSL 시스템의 리모트 터미널에 구성되는 회로 블록도;
- 도 2는 에코 제거기를 트레이닝하기 위한 신호를 보여주는 도면;
- 도 3은 수신기에서 수신된 에코 채널의 진폭 특성을 보여주는 도면;
- 도 4는 도 3에 도시된 신호의 위상 특성을 보여주는 도면;
- 도 5는 에코 채널의 진폭에 대한 외삽 방법의 일 예를 보여주는 도면;
- 도 6은 에코 채널의 위상에 대한 외삽 방법의 일 예를 보여주는 도면; 그리고
- 도 7은 에코 제거기의 트레이닝 방법에 대한 제어 수순을 보여주는 도면이다.

*도면의 주요 부분에 대한 설명

100 : 리모트 터미널 200 : 중앙국

110 : 전송기 111 : 인코더

112 : IFFT 113 : 병렬/직렬 변환기

125 : FIFO 114_1 : Z-INSERT 레지스터

115, 123 : 디지털 필터 116 : 디지털-아날로그 변환기

117, 121 : AFE 120 : 수신기

122 : 아날로그-디지털 변환기 124 : TEQ

126 : 직렬/병렬 변환기 127 : FFT

128 : 디코더 130 : 에코 제거 회로

131, 133 : 지연기 132 : 에코 제거기

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <19> 본 발명은 ADSL 시스템에 구비되는 에코 제거기에 관한 것으로, 좀 더 구체적으로는 에코 제거기의 에코 채널 트레이닝에 관한 것이다.
- <20> 에코 제거기(또는 반향 제거기, echo canceller)는 통신 시스템에서 송신된 신호가 하이브리드(Hybrid) 및 상대방과 연결된 케이블(twisted-pair cable)을 통해 반사되어 수신되는 수신 신호를 제거하기 위해 필요한 장치이다. 최신 통신 시스템인 ADSL(Asymmetric high speed Digital Subscriber Line) 시스템에서는 아날로그 하이브리드(analog hybrid)를 통해 송신 신호와 수신 신호를 분리하게 되지만, 이는 임피던스 매칭(impedance matching)이 정확히 이루어졌을 때에만 완전히 분리된다. 예컨대, 통신 채널(channel)이 변하거나 아날로그 하이브리드의 수동(passive) 소자들의 오차로 인해 임피던스 매칭이 정확하게 이루어지지 않고, 이때 자신의 송신 신호가 수신부로 입력된다.
- <21> 일반적인 에코 제거기에는 FIR(Finite Impulse Response) 방식 에코 제거기, IIR(Infinite Impulse Response) 방식 에코 제거기 및 보간(Interpolated) FIR 방식 에코 제거

기 등이 있다. 에코 제거기는 어떤 구조를 가지든지 에코 채널을 최대한 학습하여 수신부에서 송신 신호의 에코를 최대한 제거할 수 있어야 한다.

<22> FIR 방식 에코 제거기는 가장 단순하게 설계되고, 적용될 수 있는 에코 제거기이다. 에코 제거기는 기본적으로 에코 채널을 가장 적절하게 모사할 수 있도록 그 계수(coefficient)들을 설정하게 된다. 이때, FIR 방식 에코 제거기는 에코 채널과 에코 제거기 사이의 스퀘어 오차(squared error)가 최소가 되도록 에코 제거기를 선택하게 된다. 하지만 FIR 방식 에코 제거기가 일반적인 에코 채널을 모사하는 데에 사용되면 에코 제거기의 탭(tap) 수가 많아지고, 따라서 그 계산량 및 복잡성도 함께 증가하게 된다.

<23> IIR 방식 에코 제거기는 계산량이 단순하고, 하드웨어적으로도 간단하지만 IIR 에코 제거기의 폴(pole)의 위치에 따라 그 안정성에 문제가 생길 수 있다. 이는 디지털 에코 제거기의 경우 에코 채널을 학습(트레이닝)하는 방법에도 많은 문제점을 가지고 있다. 에코 채널의 폴과 제로(zero)를 미리 알고 있지 않은 경우 에코 제거기(echo canceller)의 폴과 제로가 정확하지 않아 에코 제거에 문제가 발생할 수 있게 된다. 이와 같은 경우 대부분 적응형 신호 처리(adaptive signal processing) 기법을 통해 에코 제거기의 계수를 구하게 된다. 하지만 이와 같은 상황에서도 항상 IIR 에코 제거기의 안정성에 대해 주의를 기울여야 한다.

<24> 보간 FIR 방식 에코 제거기는 여러 단계의 FIR 방식 에코 제거기를 두어 하나의 FIR 방식 에코 제거기를 사용하는 경우보다 성능을 향상시킬 수 있는 에코 제거기의 하나이다. 하지만 보간 FIR 방식 에코 제거기를 사용하는 경우, 하드웨어의 복잡성이 증가하게 되고, 그 연산량도 많아지며, 에코 채널을 학습하기도 쉽지 않다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <25> 따라서 본 발명의 목적은 계산이 간단하고, 트레이닝이 용이한 에코 제거기를 제공하는 데 있다.
- <26> 본 발명의 다른 목적은 에코 채널을 최대한 트레이닝하기 위한 에코 제거기의 학습 방법을 제공하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <27> 상술한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 특징에 의하면, 전송기로부터 전송되는 신호가 수신기로 입력되는 것을 제거하기 위해 상기 전송기와 상기 수신기 사이에 연결되는 에코 제거기의 트레이닝 방법은, 상기 전송기로부터 출력되는 샘플 신호들 중 일부가 변경되어 출력되도록 제어하는 단계, 상기 전송기로부터 초기화 신호를 전송하는 단계 그리고 상기 수신기가 수신한 상기 초기화 신호로부터 상기 에코 제거기의 계수 및 지연 시간을 계산하는 단계를 포함한다.
- <28> 바람직한 실시예에 있어서, 상기 에코 제거기는, xDSL(Digital Subscriber Line and its variations) 통신 시스템에서 사용된다. 이 때, 상기 초기화 신호는 REVERB 신호이고, 상기 에코 제거기는 상기 전송기의 FIFO 동기화기와 상기 수신기의 시간 영역 이퀄라이저 사이에 연결된다.
- <29> 이 실시예에 있어서, 상기 제어 단계는, 상기 전송기의 FIFO 동기화기로부터 출력되는 샘플 신호들 중 일부가 변경되도록 제어한다.
- <30> 이 실시예에 있어서, 상기 전송기의 FIFO 동기화기로부터 출력되는 연속된 두 샘플 신호들 중 하나는 사용자 데이터이고 다른 하나는 0이 아닌 임의의 데이터이다.

- <31> 바람직한 실시예에 있어서, 상기 에코 제거기의 계수 및 지연 시간을 계산하는 단계는, 에코 채널의 주파수 특성을 계산하는 단계와, 상기 에코 채널의 주파수 특성으로부터 시간 영역의 에코 응답을 계산하는 단계와, 상기 시간 영역의 에코 응답으로부터 에코 채널의 에너지를 계산하는 단계와, 상기 에코 채널의 에너지로부터 에코 제거기의 지연 시간을 설정하는 단계 그리고 상기 시간 영역의 에코 응답과 에코 제거기의 지연 시간으로부터 에코 제거기의 계수를 계산하는 단계를 포함한다.
- <32> 바람직한 실시예에 있어서, 상기 트레이닝 방법은, 상기 전송기로부터 특정 주파수의 신호를 전송하는 단계와, 상기 에코 제거기의 동작 상태에서 상기 수신기가 수신한 신호를 획득하는 단계와, 상기 에코 제거기의 비동작 상태에서 상기 수신기가 수신한 신호를 획득하는 단계와, 상기 에코 제거기의 동작/비동작 상태에 따른 수신 신호들을 비교하는 단계 그리고 상기 에코 제거기의 동작/비동작 상태에 따른 수신 신호들의 비교 결과에 따라서 상기 에코 제거기의 지연 시간을 보정하는 단계를 더 포함한다.
- <33> 이 실시예에 있어서, 상기 특정 주파수는 파일럿 톤이다.
- <34> 이 실시예에 있어서, 상기 에코 제거기의 지연 시간을 보정하는 단계는, 상기 에코 제거기의 동작/비동작 상태에 따른 수신 신호들이 서로 다를 때 상기 에코 제거기의 동작/비동작 상태에 따른 수신 신호들의 위상차에 대응하는 시간만큼 상기 에코 제거기의 지연 시간을 보정한다.
- <35> 이 실시예에 있어서, 상기 에코 제거기의 동작/비동작 상태에 따른 수신 신호들의 위상차가 22.5° 일 때 상기 에코 제거기의 지연 시간은 1 샘플만큼 조정된다.

- <36> 본 발명의 다른 특징에 의하면, 채널을 통해 데이터 신호를 송수신하는 통신 시스템은, 상기 채널을 통해 데이터 신호를 전송하되, 트레이닝 모드동안 초기화 신호를 변경해서 전송하는 전송기와, 상기 채널을 통해 데이터 신호를 수신하는 수신기와, 상기 전송기와 수신기 사이에 연결되고, 상기 전송기로부터 전송된 신호가 상기 수신기로 수신되는 에코를 제거하기 위한 에코 제거 회로를 포함하며, 상기 에코 제거 회로는 상기 트레이닝 모드동안, 상기 수신기로 수신된 초기화 신호에 근거해서 트레이닝된다.
- <37> 바람직한 실시예에 있어서, 상기 에코 제거 회로는, 상기 전송기로부터 출력되는 신호를 지연시키는 제 1 지연기와, 상기 제 1 지연기로부터 출력되는 신호를 받아들여서 상기 채널을 통해 전송된 신호가 상기 수신기로 수신되는 에코를 제거하기 위한 에코 제거기 그리고 상기 에코 제거기로부터의 출력 신호를 지연시켜서 상기 수신기로 제공하는 제 2 지연기를 포함한다 .
- <38> 본 발명의 또다른 특징에 의하면, 채널을 통해 데이터 신호를 송수신하는 통신 시스템은 , 전송될 데이터 신호를 부호화하는 인코더와, 상기 인코더로부터 출력되는 주파수 영역 내의 데이터 신호를 시간 영역 내의 데이터 신호로 변환하는 역고속 푸리에 변환기(IFFT)와, 상기 역고속 푸리에 변환기로부터의 데이터 신호를 전송 동기화시키되, 트레이닝 모드동안 상기 역고속 푸리에 변환기로부터의 데이터 신호 중 일부를 변경해서 출력하는 전송 FIFO 버퍼와, 상기 FIFO 버퍼로부터 출력되는 데이터 신호를 필터링해서 상기 채널로 전달하는 출력 필터와, 상기 채널로부터 수신된 데이터 신호를 필터링하는 입력 필터와, 상기 입력 필터로부터의 데이터 신호에 대해 채널 쇼트닝을 수행하는 시간 영역 이퀄라이저와, 상기 시간 영역 이퀄라이저로부터의 데이터 신호를 수신 동기화시키는 FIFO 버퍼와, 상기 FIFO 버퍼로부터의 시간 영역 내의 데이터 신호를 주파수 영역 내의 데이터 신호로 변환하는 고속 푸리에 변환기(FFT)와, 상

기 주파수 영역 내의 데이터 신호를 디코딩하는 디코더 그리고 상기 채널을 통해 전송된 데이터 신호가 수신되는 에코를 제거하기 위한 에코 제거 회로를 포함한다. 상기 에코 제거 회로는, 상기 FIFO 버퍼로부터 출력되는 신호를 지연시키는 제 1 지연기와, 상기 제 1 지연기로부터 출력되는 신호를 받아들여서 상기 채널을 통해 전송된 신호가 수신되는 에코를 제거하기 위한 에코 제거기 그리고 상기 에코 제거기로부터의 출력 신호를 지연시켜서 상기 시간 영역 이퀄라이저로 제공하는 제 2 지연기를 포함한다.

- <39> 바람직한 실시예에 있어서, 상기 통신 시스템은 xDSL(Digital Subscriber Line and its variations) 통신 시스템이고, 상기 초기화 신호는 REVERB 신호이다.
- <40> 이 실시예에 있어서, 상기 FIFO 버퍼로부터 출력되는 연속된 두 샘플 신호들 중 하나는 사용자 데이터이고 다른 하나는 0이다.
- <41> 이 실시예에 있어서, 트레이닝 모드동안, 상기 FIFO 버퍼로부터 출력되는 연속된 두 샘플 신호들 중 하나는 사용자 데이터이고 다른 하나는 0이 아닌 임의의 데이터이다.
- <42> 바람직한 실시예에 있어서, 상기 에코 제거 회로의 지연 시간은 상기 수신기로 수신된 시간 영역의 채널 에너지에 근거해서 계산된다.
- <43> 이 실시예에 있어서, 상기 시간 영역의 채널 에너지는, 주파수 영역의 에코 응답이 상기 전송기의 역고속 푸리에 변환기에 의해 변환된 시간 영역의 에코 응답에 근거해서 계산된다.
- <44> 이 실시예에 있어서, 상기 주파수 영역의 에코 응답은 상기 수신기에서 수신된 에코 채널의 주파수 특성과 상기 전송기에서 전송된 에코 채널의 주파수 특성의 비로서 구해진다.
- <45> 이 실시예에 있어서, 상기 수신기에서 수신된 에코 채널 중 수신되지 않은 주파수 영역의 에코 채널은 외삽 방식에 의해 구해진다.

- <46> 이 실시예에 있어서, 상기 역고속 푸리에 변환기는 128-포인트 역고속 푸리에 변환기이고, 상기 고속 푸리에 변환기는 512-포인트 고속 푸리에 변환기이다.
- <47> 이 실시예에 있어서, 상기 전송기에서 전송된 에코 채널의 주파수 특성은 128-포인트 데이터 신호를 512-포인트 데이터 신호로 변환한 것의 주파수 특성이다.
- <48> 이 실시예에 있어서, 상기 제 1 지연기의 지연 시간은, 상기 에코 제거 회로의 지연 시간을 4로 나눈 값의 최대 정수로 설정된다.
- <49> 이 실시예에 있어서, 상기 제 2 지연기의 지연 시간은, (상기 에코 제거 회로의 지연 시간) - 4 * (상기 제 1 지연기의 지연 시간)이다.
- <50> 이 실시예에 있어서, 상기 에코 제거 회로의 지연 시간은, 상기 전송기 내의 전송 FIFO 버퍼의 지연 시간과 상기 수신기 내의 수신 FIFO 버퍼의 지연 시간을 고려하여 수정된다.
- <51> 이 실시예에 있어서, 상기 에코 제거 회로의 지연 시간은, 상기 전송기가 파일럿 톤을 전송하는 동안, 상기 에코 제거 회로가 동작 상태일 때 상기 수신기가 수신한 데이터 신호와 상기 에코 제거 회로가 비동작 상태일 때 상기 수신기가 수신한 데이터 신호의 차에 근거해서 보정된다. 상기 에코 제거기의 동작/비동작 상태에 따른 수신 신호들의 위상차가 22.5°일 때 상기 에코 제거기의 지연 시간은 1 샘플만큼 조정된다.
- <52> 이와 같이 본 발명의 통신 시스템은, FIFO에 의한 지연을 보정하기 위해서 에코 제거기의 입력단과 출력단에 지연기를 각각 구비하고, 지연기들의 지연 시간들은 초기화 신호인 REVERB 신호를 이용하여 트레이닝된다. 그러므로, 종래의 에코 제거기들에 비해 간단한 하드웨어를 가지고 용이하게 에코 제거기를 트레이닝할 수 있다. 또한, 지연 시간의 튜닝을 위해서 업스트림 파일럿 톤을 사용한다. 따라서, 에코 제거 회로의 성능은 최적화된다.

<53> (실시예)

<54> 도 1은 ADSL 시스템의 리모트 터미널(remote terminal)에 구성되는 회로 블록도이다.

도 1에서, 참조번호 110은 전송기(transmitter), 120은 수신기(receiver) 그리고 130은 에코 제거 회로(130)를 포함한다. 전송기(10)는 인코더(encoder)(111), 역고속 푸리에 변환기(inverted fast Fourier transformer : IFFT)(112), 병렬/직렬 변환기(parallel to serial converter)(113), FIFO(first in first out) 동기화기(114), 디지털 필터(digital filter : DF)(115), 디지털-아날로그 변환기(digital to analog converter : DAC)(116), 그리고 전송 AFE(analog front end) 유닛(117)을 포함한다.

<55> 수신기(120)는 수신 AFE 유닛(121), 아날로그-디지털 변환기(analog to digital converter : ADC)(122), 디지털 필터(123), 시간 영역 이퀄라이저(time-domain equalizer : TEQ)(124), FIFO 동기화기(125), 직렬/병렬 변환기(serial to parallel converter)(126), 고속 푸리에 변환기(fast Fourier transformer : FFT)(127) 그리고 디코더(128)를 포함한다.

<56> 에코 제거 회로(130)는 제 1 지연기(131), 에코 제거기(132) 그리고 제 2 지연기(133)를 포함한다.

<57> 또한, 도 1에서, 참조번호 140은 전송기(10)와 수신기(20) 사이에 제공되는 채널(즉, 전송 경로(transmission path), 예컨대, 전화 네트워크)과 연결된 하이브리드(hybrid)를 나타낸다.

<58> 전송 데이터(transmission data : TD)의 비트 스트림들(bit streams)은 인코더(111)로 입력된다. 인코더(12)는 병렬 비트 스트림들을 복수의 병렬 비트 스트링 그룹들(parallel-bit string groups)(즉, n 피스들(peaces))로 나누고, 각 병렬 비트 스트링 그룹들을 코드화된

(coded) 정보로 부호화(encode)하며, 코드화된 정보를 IFFT(112)로 출력한다. 인코더(111)의 코딩 방식은 ADSL 시스템에 적합한 QAM(Quadrature Amplitude Modulation)이다. 이 때, 코드화된 n 피스들(이하, n-코드 정보)은 캐리어의 n 피스들로 할당되며, 각 캐리어들은 심볼로서 전송된다(이하, 전송 심볼이라 칭함).

<59> IFFT(112)는 n-코드 정보를 고려해서 역고속 푸리에 변환을 수행하고, n-코드 정보를 주파수 영역 신호에서 시간 영역 신호로 변환한다. IFFT(112)에 의해 변환된 시간 영역내의 병렬 신호들은 병렬/직렬 변환기(113)에 의해서 직렬 신호들로 변환된다. FIFO 동기화기(114)는 ADSL 물리적 계층(physical layer)의 데이터 송수신의 동기화를 수행하는 장치이다. FIFO 동기화기(114)로부터 출력되는 송신 신호는 디지털 필터(115)를 통해 필터링되고, 디지털-아날로그 변환기(116)에 의해서 아날로그 신호로 변환된다. 변환된 아날로그 신호는 AFE(117)에서 필터링된 후 하이브리드(140)를 통해 채널로 전송된다.

<60> 수신기(120)의 각 구성 요소들은 전송기(110)의 구성 요소들의 동작과 반대로 동작하므로 상세한 설명은 생략한다. 다만, TEQ(124)는 채널 쇼트닝(channel shortening)을 수행하여 이퀄라이제이션(equalization)을 수행한다.

<61> 에코 제거 회로(130)는 전송기(110)의 디지털 필터(115)에서 수신기(120)의 디지털 필터(123)까지의 에코 채널에 대한 신호를 감쇄한다. 즉, 리모트 터미널(100)의 송신 신호는 중앙국(Central Office : CO)(200)으로 완전하게 전송되지 못하고 리모트 터미널(100)의 수신으로 입력된다. 이는 리모트 터미널(100)과 중앙국(200) 사이를 연결하는 채널의 영향일 수도 있지만 대부분은 아날로그 하이브리드(140) 때문에 생긴다. 이와 같이, 리모트 터미널(100)의 전송기(110)로부터 전송되는 송신 신호가 리모트 터미널의 수신기(120)에 영향을 주는 것을 방지하기 위해 에코 제거 회로(130)가 사용된다.

<62> 이 실시예에서, 전송기(110)는 128 포인트(point) IFFT(112)를 사용하고 수신기(120)는 512 포인트 FFT(127)를 사용한다고 가정한다. 이는 32 서브채널을 사용하는 데에 있어서 보다 효율적인 송신을 위해 2배의 나이퀴스트 비율(Nyquist rate)로 업샘플링(upsampling)을 하여 송신 신호를 만들기 위해서이다. 수신기(120)는 256 서브채널(subchannel)을 사용함으로써 나이퀴스트 비율로 수신 신호를 처리하게 된다. 따라서, 전송기(110)의 송신 신호는 수신기(120)에서 볼 때 4배 업샘플링 한 것으로 보이게 되고, 이와 같은 원리는 에코 제거 회로(130)를 설계할 때 주의해야할 사항이다.

<63> 에코 제거 회로(130)는 전체 에코 지연을 보정해 주어야 하므로 지연기들(131, 133)이 필요하다. 만일 전체 시스템의 효율을 고려하지 않고 에코 제거기(132)의 출력 부분에 지연기를 하나만 구성할 수 있으나 시스템 효율을 감안하여 에코 제거기(132)의 입력단과 출력단에 각각 지연기들(131, 133)을 둔다. 에코 제거기(132)의 입력단에 있는 지연기(131)에서의 1 샘플은 에코 제거기(132)의 출력단에서의 4 샘플에 해당하므로 에코 제거기(132) 내부에 구성되는 FIFO 메모리를 크게 설계하지 않아도 된다. 4 샘플 미만의 지연 조절은 에코 제거기(132)의 출력 부분에 있는 지연기(132)를 사용함으로써 해결할 수 있다.

<64> 본 발명에서 사용된 에코 제거기(132)는 IFFT(112) 이후, 그리고 FFT(127) 이전에 놓이므로 시간 영역(time-domain) 에코 제거기이다. 따라서 FIR 타입 에코 제거기의 탭 수는 수신기(120)내 FFT(127)의 포인트 수와 일치시켜주는 것이 바람직하다. 하지만 시스템 효율 및 하드웨어의 크기를 고려하여 최대한 에코 제거 효과를 얻을 수 있는 크기로 가져가야 하고, 본 발명에서는 FFT(127) 포인트의 1/2인 256 탭을 갖는 에코 제거기(132)를 제안한다. 따라서 제 1 지연기(131)가 가질 수 있는 값은 0 ~ 127이 되고, 제 2 지연기(133)가 가질 수 있는 값은 0 ~ 3이 된다.

<65> 특히, 본 발명에서는 전송기(110)에 128 포인트 IFFT(112)를 사용하는데, 이는 2배의 나이퀴스트 비율을 이용한 방법이다. 이때, 송신 FIFO(114)로부터 출력되는 신호를 살펴 보면 2 샘플 중에 한 샘플에는 사용자 데이터가 실려 있고, 나머지 한 샘플에는 0이 들어 있다. 만일 0이 있어야 할 Sample에 0이 아닌 다른 값이 존재하면 송신 FIFO(114)의 출력은 원하지 않은 신호이다. 즉, 32 서브채널(subchannel)까지 사용한 송신 신호가 64 서브채널까지 데이터가 존재하는 것처럼 동작하게 된다. 이 때, 32 ~ 63 서브채널의 데이터는 0 ~ 31 서브채널의 데이터의 복소수근(complex conjugate)이 된다. 즉, 송신 신호의 허수 부분이 나타나게 된다. 이와 같은 성질을 이용하면 에코 제거기(132)의 트레이닝(training)에 상당한 도움을 줄 수 있는 방법이 생긴다.

<66> 이를 에코 제거기(132)에 이용하기 위해 FIFO(114)는, 사용자 데이터의 각 샘플 사이에서 0이 되는 샘플에 임의의 값을 입력할 수 있는 Z_INSERT 레지스터(114_1)를 구비한다. 따라서 기존에는 알 수가 없었던 32 ~ 63 subchannel의 Channel 특성을 쉽게 파악할 수가 있게 된다. 본 발명에서는 이 레지스터(114-1)를 에코 제거기(132)의 트레이닝 구간에만 특정 값을 입력할 수 있도록 설계하여 에코 제거기(132)의 트레이닝에 사용한다.

<67> ADSL 시스템에서 에코 제거기(132)의 트레이닝은 초기화 프로세스(initialization process) 중에서 R_ECT 또는 C_ECT 구간에서 이루어진다. 본 발명은 리모트 터미널(100)의 에코 제거기(132)에 대해 다루므로 에코 제거기(132)의 트레이닝은 R_ECT 구간에서 이루어지게 된다. R_ECT 구간에서는 주어진 PSD(power spectral density) 마스크(mask)를 위반하지 않는 임의의 신호를 사용하여 에코 제거기(132)를 학습시킬 수 있다. ADSL 시스템에서는 초기화 신호인 REVERB 또는 MEDLEY 신호를 송신할 수 있도록 설계되어 있으므로 에코 제거기(132)는 REVERB 신호를 사용하여 트레이닝하게 된다.

<68> 특히, 위에서 언급한 바와 같이 REVERB 신호를 송신하면서 전송기(110) 내 FIFO(114)의 Z_INSERT 레지스터(114_1)에 0이 아닌 임의의 값을 입력하면 도 2와 같은 송신 신호를 만들 수 있다. 도 2에서 실선으로 표시된 신호는 초기화 신호인 REVERB 신호이고, 점선으로 표시된 신호는 REVERB 신호의 복소수근 신호 REVERB_C이다. 이와 같은 신호들 REVERB 및 REVERB_C로부터 리모트 컨트롤러(100)의 수신기(120)는 업스트림(upstream) 채널뿐만 아니라, 32 ~ 63 서브채널의 다운스트림(downstream) 채널까지도 알 수 있게 된다.

<69> 도 2와 같은 송신 신호를 이용하여 얻을 수 있는 수신 신호는 도 3 및 도 4와 같다. 도 3은 수신 에코 신호의 진폭 특성을 보여 주고, 도 4는 도 3에 도시된 신호의 위상 특성을 보여 준다. 도 3에 도시된 바와 같이, 수신 신호는 매 DMT 프레임마다 잡음이 혼합되어 있으므로 이를 제거하기 위해 몇 개의 프레임들을 평균한다. 이와 같은 방법을 통해 초기화 신호 REVERB의 에코를 얻을 수 있다. 몇 개의 프레임들을 평균한 값을 Y_{AVG} 라 하고, Z_INSERT 레지스터(141_1)에 0이 아닌 임의의 값을 입력했을 때의 REVERB 신호를 REV_{Z_INSERT} 라 하면 에코 채널의 주파수 특성 H_{ECHO} 는 수학식 1과 같다.

<70> 【수학식 1】 $H_{ECHO} = Y_{AVG} / REV_{Z_INSERT}$

<71> 이것의 시간 영역 신호는 에코 채널의 주파수 특성 신호에 대해 IFFT(112)를 통해 얻을 수 있다. 시간 영역에서 에코 응답(echo response)를 h_{ECHO} 라 하면 h_{ECHO} 는 수학식 2와 같다.

<72> 【수학식 2】 $h_{ECHO} = \text{IFFT}\{H_{ECHO}\}$

<73> 하지만 여기에서 REV_{Z_INSERT} 는 128 포인트 IFFT(112)를 통해 만들어진 송신 신호이고, Y_{AVG} 는 512 포인트 FFT(127)를 통해 수신된 수신 신호이다. 따라서 수학식 1과 같이 직접 에코 채널의 주파수 특성을 얻을 수 없게 된다. 이를 해결하기 위해서는 송신 신호의 주파수 특

성과 수신 신호의 주파수 특성을 일치시켜 줘야 한다. 128 포인트 송신 신호를 512 포인트 수신 신호와 같은 주파수 영역에 대응시키기 위해서는 REV_Z_INSERT 를 수학적 식 3과 같은 벡터 행렬로 만들어 주어야 한다.

<74> 【수학적 식 3】 $REV_Z_INSERT = [REV_Z_INSERT \ REV_Z_INSERT \ REV_Z_INSERT \ REV_Z_INSERT]$

<75> 송신 신호는 276kHz까지의 신호이고, 수신 신호는 2.208MHz까지의 신호이므로 송수신 신호의 주파수를 대응시키기 위해 필요한 방법이다. 따라서, 수학적 식 3에 의해 얻어진 송신 신호를 수학적 식 1에 대응시키면 원하는 에코 채널을 구할 수 있게 된다.

<76> 이 때, 얻을 수 없는 주파수 영역의 에코 채널에 대해서는 외삽(extrapolation)에 의해 임의의 채널이 존재한다고 가정한 후 위의 과정을 진행하게 된다. 에코 채널의 외삽은 채널의 선형성(linearity)이 보장된다는 가정 하에서 이루어져야 한다. 에코 채널의 진폭 특성은 원하는 주파수 영역의 특성이 변하지 않는 범위에서 외삽이 행해져야 하고, 에코 채널의 위상(phase)은 사용하는 주파수 영역 내에서는 선형이라고 가정한 후 채널 외삽(channel extrapolation)이 이루어진다. 도 5 및 도 6은 에코 채널의 외삽 방법을 보여준다.

<77> 도 5는 에코 채널의 진폭에 대한 외삽 방법을 설명해 준다. 이는 에코 트레이닝 신호에 의해 얻을 수 없는 채널 영역을 임의로 가정하여, 이미 알고 있는 채널의 특성을 보다 향상시키기 위해 필요한 작업이다. 채널의 진폭 외삽(amplitude extrapolation) 방법에는 여러 가지가 있을 수 있으나 계산상의 단순함을 위해서는 도 5의 A 또는 B와 같은 방법으로 채널 외삽을 행한다. 도 6은 에코 채널의 위상에 대한 외삽을 설명해 준다. 에코 트레이닝 신호에 의해 이미 알고 있는 채널의 위상은 직선형이 아닐 수 있으나 위상 정보를 얻을 수 없는 주파수 영역의 채널 위상은 선형성이 보장된다는 가정 하에서 도 6의 C와 같이 외삽을 행할 수 있다.

<78> 이와 같은 방법에 의해 얻어진 에코 채널의 시간 영역 응답은 512 포인트의 샘플 응답이 된다. FIR 타입 에코 제거기의 탭 수가 512이면 위와 같이 얻어진 시간 영역 응답이, 지연기가 필요없이, 에코 제거기(132)의 계수가 될 수 있다. 하지만 하드웨어의 복잡성 및 계산량을 줄이기 위해 에코 채널의 탭 수를 512 샘플보다 작게 설계하려면 지연기 및 시간 영역 에코 응답을 에코 제거기에 대응시킬 방법을 찾아야 한다.

<79> 본 발명은 시간 영역 에코 응답에서 에코 제거기의 탭 수에 해당하는 시간 영역 채널 에너지(channel energy)가 가장 많이 분포하는 영역의 시간 영역 응답을 에코 제거기의 계수로 대응시킨다. 시간 영역 채널 에너지를 E_{ECHO} 라 하고, 에코 제거기(132)의 탭 수 $K=256$ 이라 하면 시간 영역 채널 에너지 E_{ECHO} 는 수학식 4와 같다.

<80> **【수학식 4】**
$$E_{ECHO}(K) = \sum_{n=1}^K |h_{ECHO}(n+k)|^2$$

<81> 이 때, 에코 제거기(132)의 지연 시간(Δ)는 수학식 5와 같다.

<82> **【수학식 5】**
$$\Delta = \underset{k}{MAX} ((E_{ECHO}(k)))$$

<83> 즉, $E_{ECHO}(k)$ 가 최대값일 때의 k 를 지연 시간(Δ)으로 설정한다.

<84> 도 1에 설명된 에코 제거 회로(130)의 지연기들(131, 132)의 지연 시간은 각각 수학식 6 및 수학식 7과 같다.

<85> **【수학식 6】**
$$Delay_1 = INT\left(\frac{\Delta}{4}\right)$$

<86> **【수학식 7】**
$$Delay_2 = \Delta - 4 \times Delay_1$$

<87> 수학식 6에서 $\text{INT}(k)$ 함수는 k 를 넘지 않는 최대 정수를 의미한다. 따라서 지연기(131)의 지연 시간(Delay1)은 128-포인트 송신 신호에 대한 지연 시간을 조절하고, 지연기(133)의 지연 시간(Delay2)은 에코 제거기(132)의 출력을 조절하게 된다. 이 때, 에코 제거기(132)의 계수(w_{ECHO})는 수학식 8과 같이 결정할 수 있다.

<88> **【수학식 8】** $w_{ECHO}(k) = h_{ECHO}(k + \Delta), \quad k = 0, \dots, K-1$

<89> 하지만 도 1에서 볼 수 있듯이 에코 제거기(132)의 위치는 송신 FIFO(114) 이후에 그리고 TEQ(124) 이전 데이터에 대한 에코 제거를 수행한다. 위에서 언급한 에코 제거기(132)의 트레이닝 방법은 FFT(127) 및 IFFT(112)에서의 신호 처리를 기준으로 성립된다. 따라서 이를 실제 하드웨어와 대응시키기 위해서는 송수신 FIFO(114)의 지연을 고려해 주어야 한다. 즉, 송신 FIFO(114)의 지연을 Δ_{TX} 라 하고, 수신 FIFO(125)의 Delay를 Δ_{RX} 라 하면 수학식 6과 7에 사용된 지연기들(131, 133)의 지연 시간 계산에서 사용된 Δ 는 수학식 9와 같이 수정되어야 한다.

<90> **【수학식 9】** $\Delta = \Delta - \Delta_{TX} - \Delta_{RX}$

<91> 이와 같이 FIFO들(114, 125)의 지연을 고려하여 에코 제거 회로(130)내 지연기들(131, 133)의 지연 시간 및 에코 제거기(132)의 계수를 설정한 후 이를 확인하기 위해서는 업스트림 파일럿 톤(upstream pilot tone)을 송신하고 에코 제거 회로(130)가 온(ON)되었을 때 에코 제거 회로(130)의 출력과 에코 제거 회로(130)가 오프(OFF)되었을 때의 수신 파일럿 톤을 비교하면 된다. 업스트림 파일럿 톤은 16번 서브채널을 사용한 69kHz의 사인 웨이브이다. 업스트림 파일럿 톤을 송신한 후, 수신된 에코 채널의 수신 신호를 P_{ECHO} 라 하고, 에코 제거 회로(130)를 오프한 후 수신된 수신 신호를 P_{ORG} 라 하면 다음 수학식 10을 만족하여야 한다.

<92> 【수학식 10】 $P_{ECHO} \approx P_{ORG}$

<93> 하지만 송수신 FIFO들(114, 125)에서의 이론적 샘플 지연은 FIFO 동작 및 하드웨어의 리셋 스킴(reset scheme)의 차이로 인해 1 ~ 2 샘플이 어긋나는 경우가 생길 수 있다. 이와 같은 샘플 지연의 차이에 의해 수학식 10의 관계는 성립하지 않게 된다. 이것은 P_{ECHO} 와 P_{ORG} 의 위상을 고려하면 쉽게 해결할 수 있다. P_{ECHO} 와 P_{ORG} 는 업스트림 파일럿 톤에 대한 수신 신호이므로 이들의 위상 차로부터 어긋난 샘플 지연이 얼마인지 알 수 있다.

<94> 업스트림 파일럿 톤이 16번째 서브채널을 사용하므로 수신기(120)에서 1 샘플이 어긋나는 경우 수신 파일럿의 위상은 22.5° 씩 변하게 된다. 이의 관계를 가지고 P_{ECHO} 와 P_{ORG} 의 위상차에 의해 샘플 지연의 정확한 값을 찾을 수 있다. P_{ECHO} 와 P_{ORG} 의 위상차에 대한 샘플 지연을 Δ_{PILOT} 이라 놓으면 수학식 9는 수학식 11과 같이 수정되어야 한다.

<95> 【수학식 11】 $\Delta = \Delta - \Delta_{TX} - \Delta_{RX} - \Delta_{PILOT}$

<96> 이 때 P_{ECHO} 와 P_{ORG} 의 위상차와 Δ_{PILOT} 의 관계는 표 1과 같이 나타낼 수 있다.

<97>

【표 1】

$\angle P_{ECHO} - \angle P_{ORG}$	Δ_{PILOT}
\vdots	\vdots
-90.0	-4
-67.5	-3
-45.0	-2
-22.5	-1
0	0
22.5	1
45.0	2
67.5	3
90.0	4
\vdots	\vdots

<98> 하지만 P_{ECHO} 와 P_{ORG} 의 위상차가 정확히 표 1의 경우에 일치하는 것은 아니므로, P_{ECHO} 와 P_{ORG} 의 위상차의 분포를 가지고 표 1에 대응시키면 된다.

<99> 앞서 설명한 에코 제거기 회로(130)의 트레이닝 방법에 대한 제어 수순을 도 7을 참조하여 상세히 설명한다.

<100> 도 7을 참조하면, 단계 S300에서, 에코 제거기 회로(130)의 트레이닝이 시작되면, 수신기(120)의 TEQ(124)는 수신 신호를 바이패스하도록 설정되고, 전송기(120)의 FIFO(114)내 Z_INSERT 레지스터(114_1)는 임의의 값으로 설정된다.

<101> 단계 S301에서, 전송기(110)가 초기화 신호(REVERB)를 전송하면 수신기(120)는 초기화 신호(REVERB)를 에코 신호로서 받아들인다. 단계 S302에서, 에코 채널의 시간 영역에서의 응

답(h_{ECHO})이 계산된다. 앞서 설명한 바와 같이, 에코 채널의 시간 영역에서의 응답(h_{ECHO})은 수학적 식 1 및 수학적 식 2에 의해서 계산될 수 있다. 단계 S303에서, 채널 에너지(E_{ECHO})가 계산된다. 채널 에너지(E_{ECHO})는 수학적 식 3 및 수학적 식 4에 의해서 계산된다. 단계 S304에서, 수학적 식 5 내지 수학적 식 9에 의해서 에코 채널 계수(w_{ECHO}) 및 에코 제거 회로(130)의 지연 시간(Δ)이 계산된다. 단계 S305에서, 전송기(110)는 파일럿 톤을 송신한다. 이 때, 에코 제거 회로(130)는 동작 상태 및 비동작 상태로 전환된다. 에코 제거 회로(130)가 동작하는 상태에서 수신된 신호를 P_{ECHO} 라 하고, 에코 제거 회로(130)가 동작하지 않는 상태에서 수신된 신호를 P_{ORG} 라 한다.

<102> 단계 S306에서, 에코 제거 회로(130)의 동작 여부에 따른 수신 신호들 P_{ECHO} , P_{ORG} 이 동일한지의 여부가 판별된다. 만일 두 신호들 P_{ECHO} , P_{ORG} 이 동일하지 않으면 그 제어는 단계 S307로 진행한다. 단계 S307에서, 에코 제거 회로(130)의 동작 여부에 따른 수신 신호들 P_{ECHO} , P_{ORG} 의 위상차에 따라서 에코 제거기(132)의 지연 시간(Δ)이 보정된다.

<103> 예시적인 바람직한 실시예를 이용하여 본 발명을 설명하였지만, 본 발명의 범위는 개시된 실시예에 한정되지 않는다는 것이 잘 이해될 것이다. 따라서, 청구범위는 그러한 변형예들 및 그 유사한 구성들 모두를 포함하는 것으로 가능한 폭넓게 해석되어야 한다.

【발명의 효과】

<104> 이와 같은 본 발명은, FIFO에 의한 지연을 보정하기 위해서 에코 제거기의 입력단과 출력단에 지연기를 각각 구비하고, 지연기들의 지연 시간들은 초기화 신호인 REVERB 신호를 이용하여 트레이닝된다. 그러므로, 종래의 에코 제거기들에 비해 간단한 하드웨어를 가지고 용이

하게 에코 제거기를 트레이닝할 수 있다. 또한, 지연 시간의 튜닝을 위해서 업스트림 파일럿 톤을 사용한다. 따라서, 에코 제거 회로의 성능은 최적화된다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

전송기로부터 전송되는 신호가 수신기로 입력되는 것을 제거하기 위해 상기 전송기와 상기 수신기 사이에 연결되는 에코 제거기의 트레이닝 방법에 있어서:

상기 전송기로부터 출력되는 샘플 신호들 중 일부가 변경되어 출력되도록 제어하는 단계와;

상기 전송기로부터 초기화 신호를 전송하는 단계; 그리고

상기 수신기가 수신한 상기 초기화 신호로부터 상기 에코 제거기의 계수 및 지연 시간을 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 에코 제거기의 트레이닝 방법.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 에코 제거기는, xDSL(Digital Subscriber Line and its variations) 통신 시스템에서 사용되는 것을 특징으로 하는 에코 제거기의 트레이닝 방법.

【청구항 3】

제 2 항에 있어서,

상기 초기화 신호는 REVERB 신호인 것을 특징으로 하는 에코 제거기의 트레이닝 방법.

【청구항 4】

제 2 항에 있어서,

상기 에코 제거기는 상기 전송기의 FIFO 동기화기와 상기 수신기의 시간 영역 이퀄라이저 사이에 연결되는 것을 특징으로 하는 에코 제거기의 트레이닝 방법.

【청구항 5】

제 4 항에 있어서,

상기 제어 단계는, 상기 전송기의 FIFO 동기화기로부터 출력되는 샘플 신호들 중 일부가 변경되도록 제어하는 것을 특징으로 하는 에코 제거기의 트레이닝 방법.

【청구항 6】

제 5 항에 있어서,

상기 전송기의 FIFO 동기화기로부터 출력되는 연속된 두 샘플 신호들 중 하나는 사용자 데이터이고 다른 하나는 0이 아닌 임의의 데이터인 것을 특징으로 하는 에코 제거기의 트레이닝 방법.

【청구항 7】

제 2 항에 있어서,

상기 에코 제거기의 계수 및 지연 시간을 계산하는 단계는,

에코 채널의 주파수 특성을 계산하는 단계와;

상기 에코 채널의 주파수 특성으로부터 시간 영역의 에코 응답을 계산하는 단계와;

상기 시간 영역의 에코 응답으로부터 에코 채널의 에너지를 계산하는 단계와;

상기 에코 채널의 에너지로부터 에코 제거기의 지연 시간을 설정하는 단계; 그리고

상기 시간 영역의 에코 응답과 에코 제거기의 지연 시간으로부터 에코 제거기의 계수를 계산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 에코 제거기의 트레이닝 방법.

【청구항 8】

제 1 항에 있어서,

상기 전송기로부터 특정 주파수의 신호를 전송하는 단계와;

상기 에코 제거기의 동작 상태에서 상기 수신기가 수신한 신호를 획득하는 단계와;

상기 에코 제거기의 비동작 상태에서 상기 수신기가 수신한 신호를 획득하는 단계와;

상기 에코 제거기의 동작/비동작 상태에 따른 수신 신호들을 비교하는 단계; 그리고

상기 에코 제거기의 동작/비동작 상태에 따른 수신 신호들의 비교 결과에 따라서 상기 에코 제거기의 지연 시간을 보정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 에코 제거기의 트레이닝 방법.

【청구항 9】

제 2 항 또는 제 8 항에 있어서,

상기 특정 주파수는 파일럿 톤인 것을 특징으로 하는 에코 제거기의 트레이닝 방법.

【청구항 10】

제 9 항에 있어서,

상기 에코 제거기의 지연 시간을 보정하는 단계는,

상기 에코 제거기의 동작/비동작 상태에 따른 수신 신호들이 서로 다를 때 상기 에코 제거기의 동작/비동작 상태에 따른 수신 신호들의 위상차에 대응하는 시간만큼 상기 에코 제거기의 지연 시간을 보정하는 것을 특징으로 하는 에코 제거기의 트레이닝 방법.

【청구항 11】

제 10 항에 있어서,

상기 에코 제거기의 동작/비동작 상태에 따른 수신 신호들의 위상차가 22.5° 일 때 상기 에코 제거기의 지연 시간은 1 샘플만큼 조정되는 것을 특징으로 하는 에코 제거기의 트레이닝 방법.

【청구항 12】

채널을 통해 데이터 신호를 송수신하는 통신 시스템에 있어서:

상기 채널을 통해 데이터 신호를 전송하되, 트레이닝 모드동안 초기화 신호를 변경해서 전송하는 전송기와;

상기 채널을 통해 데이터 신호를 수신하는 수신기와;

상기 전송기와 수신기 사이에 연결되고, 상기 전송기로부터 전송된 신호가 상기 수신기로 수신되는 에코를 제거하기 위한 에코 제거 회로를 포함하되;

상기 에코 제거 회로는 상기 트레이닝 모드동안, 상기 수신기로 수신된 초기화 신호에 근거해서 트레이닝되는 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

【청구항 13】

제 12 항에 있어서,

상기 에코 제거 회로는,

상기 전송기로부터 출력되는 신호를 지연시키는 제 1 지연기와;

상기 제 1 지연기로부터 출력되는 신호를 받아들여서 상기 채널을 통해 전송된 신호가 상기 수신기로 수신되는 에코를 제거하기 위한 에코 제거기; 그리고

상기 에코 제거기로부터의 출력 신호를 지연시켜서 상기 수신기로 제공하는 제 2 지연기를 포함하는 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

【청구항 14】

채널을 통해 데이터 신호를 송수신하는 통신 시스템에 있어서:

전송될 데이터 신호를 부호화하는 인코더와;

상기 인코더로부터 출력되는 주파수 영역 내의 데이터 신호를 시간 영역 내의 데이터 신호로 변환하는 역고속 푸리에 변환기(IFFT)와;

상기 역고속 푸리에 변환기로부터의 데이터 신호를 전송 동기화시키되, 트레이닝 모드 동안 상기 역고속 푸리에 변환기로부터의 데이터 신호 중 일부를 변경해서 출력하는 전송 FIFO 버퍼와;

상기 FIFO 버퍼로부터 출력되는 데이터 신호를 필터링해서 상기 채널로 전달하는 출력 필터와;

상기 채널로부터 수신된 데이터 신호를 필터링하는 입력 필터와;

상기 입력 필터로부터의 데이터 신호에 대해 채널 쇼트닝을 수행하는 시간 영역 이퀄라이저와;

상기 시간 영역 이퀄라이저로부터의 데이터 신호를 수신 동기화시키는 FIFO 버퍼와;

상기 FIFO 버퍼로부터의 시간 영역 내의 데이터 신호를 주파수 영역 내의 데이터 신호로 변환하는 고속 푸리에 변환기(FFT)와;

상기 주파수 영역 내의 데이터 신호를 디코딩하는 디코더; 그리고

상기 채널을 통해 전송된 데이터 신호가 수신되는 에코를 제거하기 위한 에코 제거 회로를 포함하되;

상기 에코 제거 회로는,

상기 FIFO 버퍼로부터 출력되는 신호를 지연시키는 제 1 지연기와;

상기 제 1 지연기로부터 출력되는 신호를 받아들여서 상기 채널을 통해 전송된 신호가 수신되는 에코를 제거하기 위한 에코 제거기; 그리고

상기 에코 제거기로부터의 출력 신호를 지연시켜서 상기 시간 영역 이퀄라이저로 제공하는 제 2 지연기를 포함하는 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

【청구항 15】

제 14 항에 있어서,

상기 통신 시스템은 xDSL(Digital Subscriber Line and its variations) 통신 시스템인 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

【청구항 16】

제 15 항에 있어서,

상기 초기화 신호는 REVERB 신호인 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

【청구항 17】

제 15 항에 있어서,

상기 FIFO 버퍼로부터 출력되는 연속된 두 샘플 신호들 중 하나는 사용자 데이터이고 다른 하나는 0인 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

【청구항 18】

제 17 항에 있어서,

트레이닝 모드동안, 상기 FIFO 버퍼로부터 출력되는 연속된 두 샘플 신호들 중 하나는 사용자 데이터이고 다른 하나는 0이 아닌 임의의 데이터인 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

【청구항 19】

제 15 항에 있어서,

상기 에코 제거 회로의 지연 시간은 상기 수신기로 수신된 시간 영역의 채널 에너지에 근거해서 계산되는 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

【청구항 20】

제 19 항에 있어서,

상기 시간 영역의 채널 에너지는, 주파수 영역의 에코 응답이 상기 전송기의 역고속 푸리에 변환기에 의해 변환된 시간 영역의 에코 응답에 근거해서 계산되는 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

【청구항 21】

제 20 항에 있어서,

상기 주파수 영역의 에코 응답은 상기 수신기에서 수신된 에코 채널의 주파수 특성과 상기 전송기에서 전송된 에코 채널의 주파수 특성의 비로서 구해지는 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

【청구항 22】

제 21 항에 있어서,

상기 수신기에서 수신된 에코 채널 중 수신되지 않은 주파수 영역의 에코 채널은 외삽 방식에 의해 구해지는 것을 특징으로 통신 시스템.

【청구항 23】

제 15 항에 있어서,

상기 역고속 푸리에 변환기는 128-포인트 역고속 푸리에 변환기이고,

상기 고속 푸리에 변환기는 512-포인트 고속 푸리에 변환기인 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

【청구항 24】

제 23 항에 있어서,

상기 전송기에서 전송된 에코 채널의 주파수 특성은 128-포인트 데이터 신호를 512-포인트 데이터 신호로 변환한 것의 주파수 특성인 것을 특징으로 통신 시스템.

【청구항 25】

제 24 항에 있어서,

제 1 지연기의 지연 시간은, 상기 에코 제거 회로의 지연 시간을 4로 나눈 값의 최대 정수로 설정되는 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

【청구항 26】

제 25 항에 있어서,

상기 제 2 지연기의 지연 시간은, (상기 에코 제거 회로의 지연 시간) - 4 * (상기 제 1 지연기의 지연 시간)인 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

【청구항 27】

제 26 항에 있어서,

상기 에코 제거 회로의 지연 시간은,

상기 전송기 내의 전송 FIFO 버퍼의 지연 시간과 상기 수신기 내의 수신 FIFO 버퍼의 지연 시간을 고려하여 수정되는 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

【청구항 28】

제 27 항에 있어서,

상기 에코 제거 회로의 지연 시간은,

상기 전송기가 파일럿 톤을 전송하는 동안, 상기 에코 제거 회로가 동작 상태일 때 상기 수신기가 수신한 데이터 신호와 상기 에코 제거 회로가 비동작 상태일 때 상기 수신기가 수신한 데이터 신호의 차에 근거해서 보정되는 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

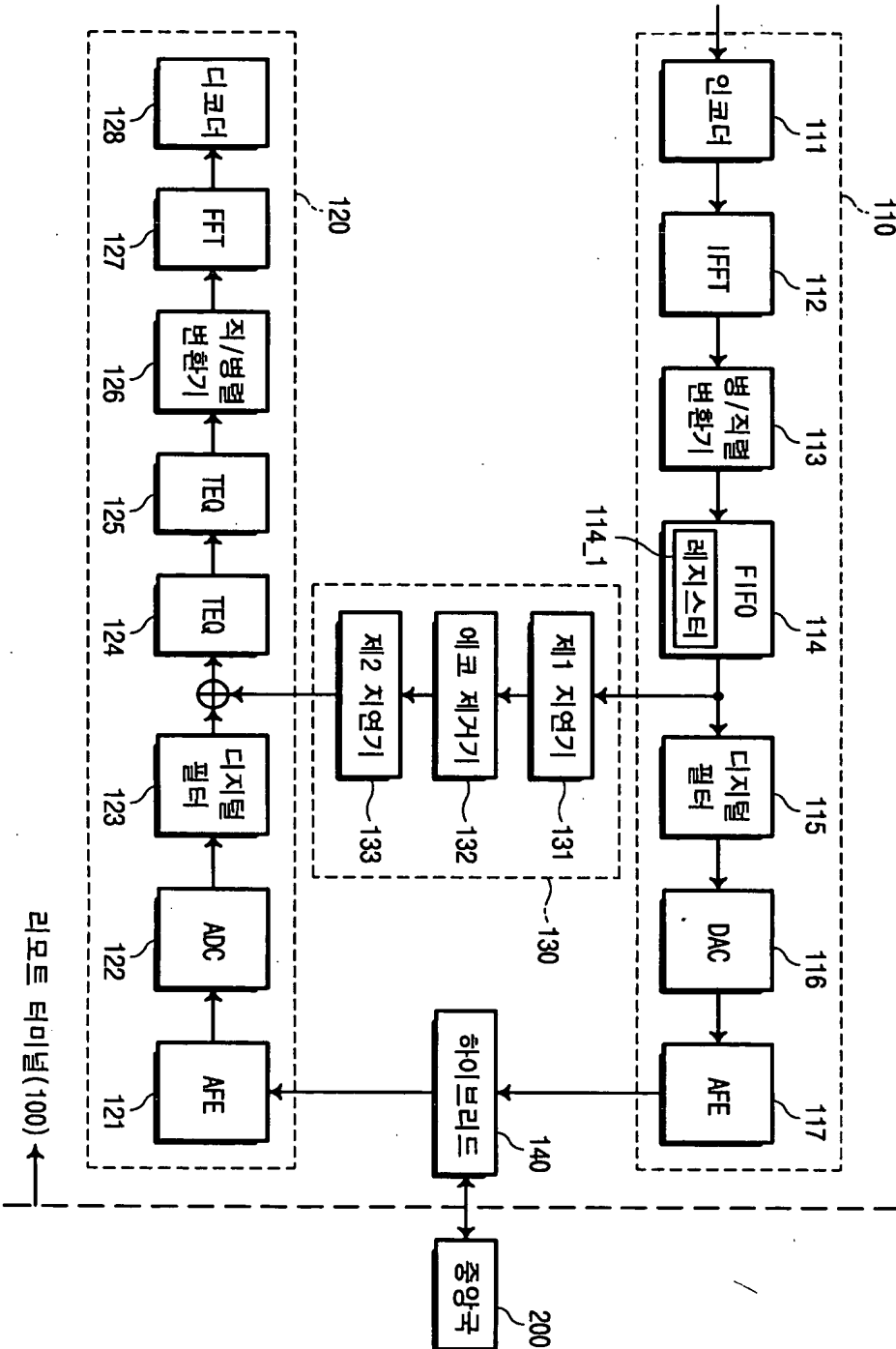
【청구항 29】

제 28 항에 있어서,

상기 에코 제거기의 동작/비동작 상태에 따른 수신 신호들의 위상차가 22.5° 일 때 상기 에코 제거기의 지연 시간은 1 샘플만큼 조정되는 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

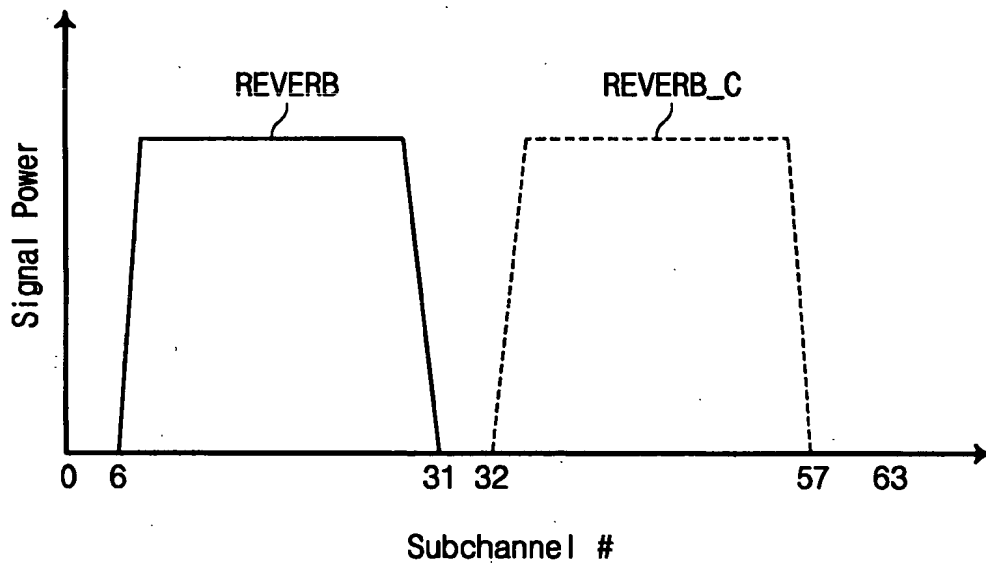
【도면】

【도 1】

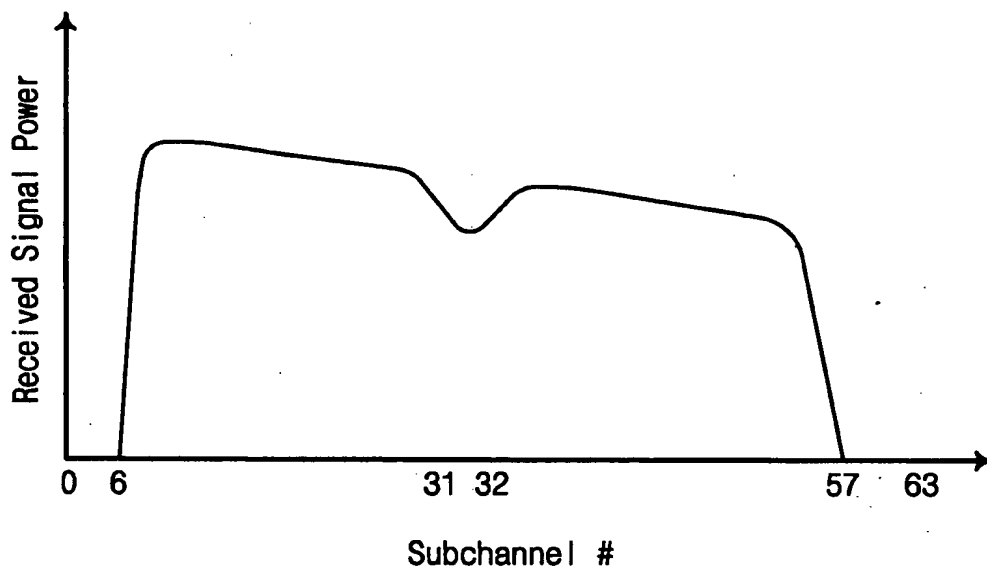




【도 2】

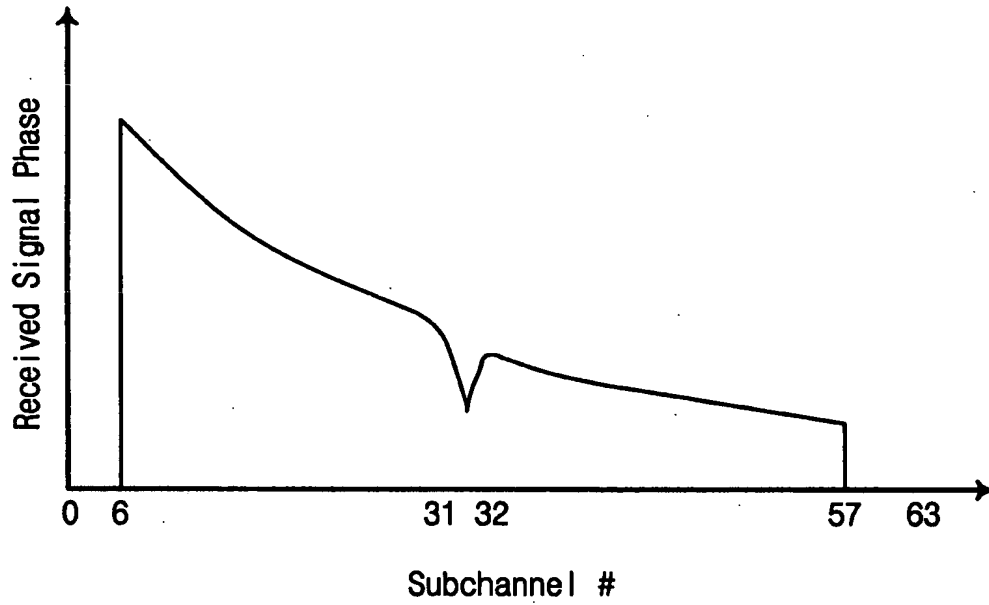


【도 3】

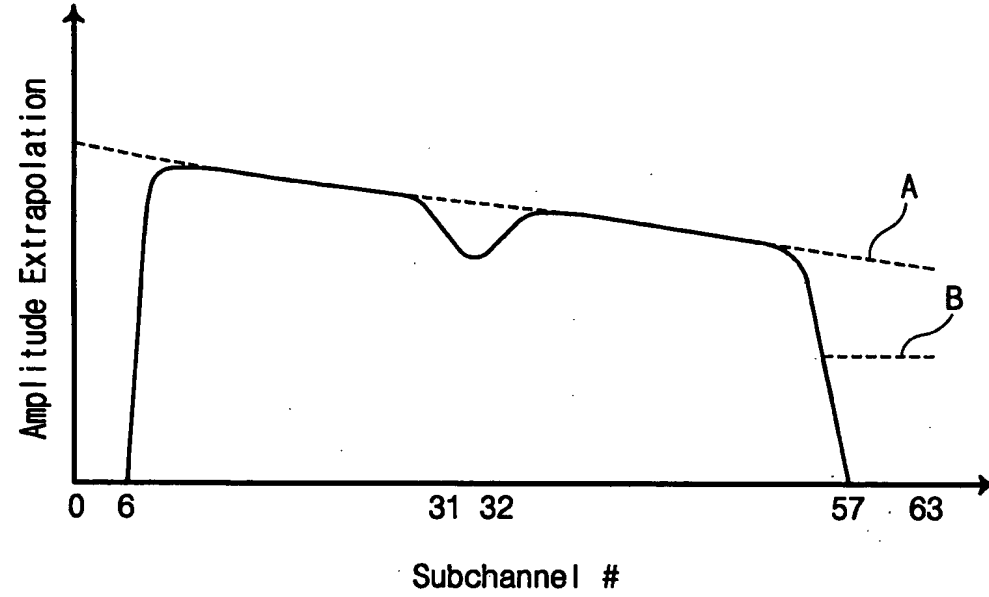




【도 4】

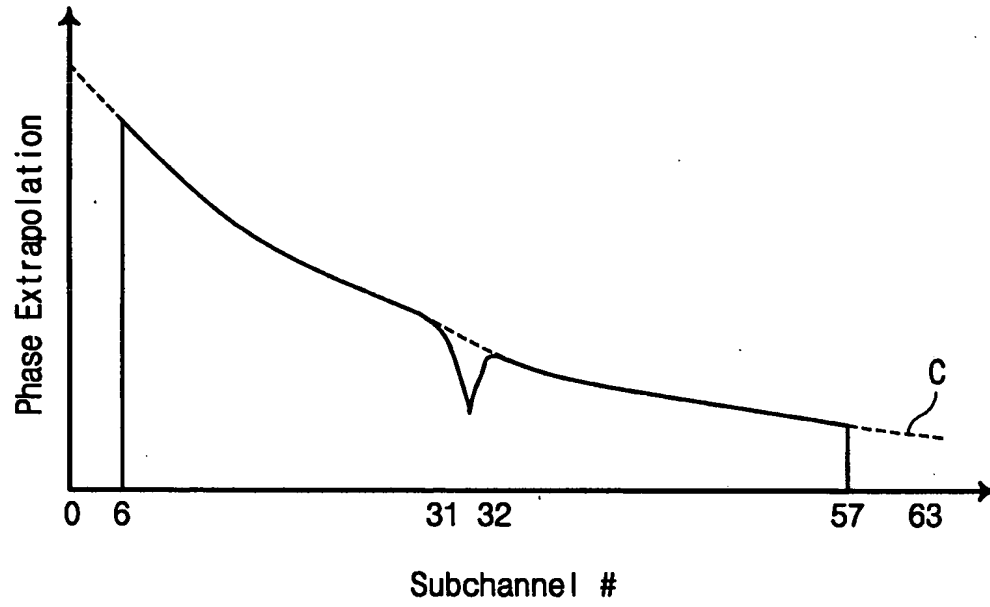


【도 5】





【도 6】



【도 7】

